

Process for the production of ethanol from raw materials containing sugar, and installation for carrying out the process.

Publication number: EP0237520

Publication date: 1987-09-16

Inventor: GUTSCHIREITER FRIEDRICH

Applicant: VOGELBUSCH GMBH (AT)

Classification:

- **International:** B01D3/00; C12P7/06; B01D3/00; C12P7/02; (IPC1-7):
C12F1/00; C12F3/10; C12P7/06

- **European:** B01D3/00A; C12P7/06

Application number: EP19870890042 19870305

Priority number(s): AT19860000611 19860310

Also published as:

EP0237520 (A3)

EP0237520 (B1)

Cited documents:

DE2919518

EP0072045

EP0185010

[Report a data error here](#)

Abstract of EP0237520

The ethanol is produced by extracting the raw materials with an aqueous medium, fermentation of the extract containing fermentable saccharides, and working-up of the resulting ethanol-containing fermentation liquid by distillation. In an embodiment which makes the process particularly safe to operate and to be able to dispense with complicated apparatus, in particular in the extraction stage, and to keep the resulting amounts of waste substances to be disposed of and the energy required as low as possible without suffering lower yields, at least part of the slop, which is rich in water and which is obtained as a residue when the fermentation liquid obtained is worked up by distillation, is recycled for extraction in counter-current with the raw materials. In a plant according to the invention, the extraction arrangement comprises essentially a series of containers (3a, 3b, 3c, 3d) which are connected to each other and which are under atmospheric pressure and in whose inner space there is provided in each case a separating wall (29a, 29b, 29c, 29d) which does not extend down to the bottom of the container (Fig. 1).

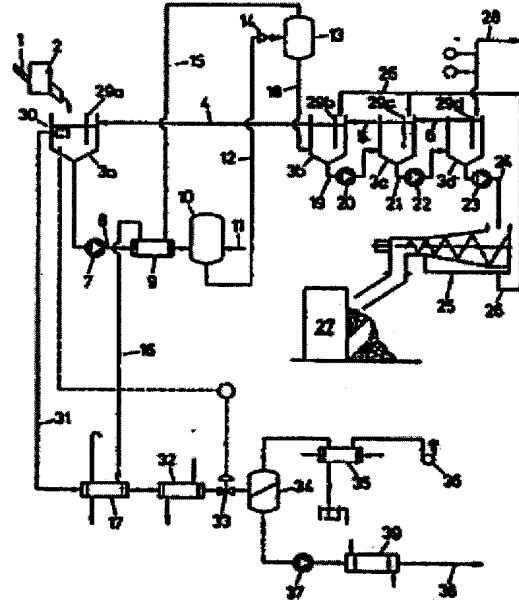


FIG.1

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 87890042.2

(51) Int. Cl.4: C 12 P 7/06
C 12 F 1/00

(22) Anmeldetag: 05.03.87

(30) Priorität: 10.03.86 AT 611/86

(71) Anmelder: Vogelbusch Gesellschaft m.b.H.
Blechsturmgasse 11
A-1050 Wien (AT)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.09.87 Patentblatt 87/38

(72) Erfinder: Gutschireiter, Friedrich
Neustiftgasse 16
A-2433 Margarethen/Moos (AT)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE ES FR GB IT LI SE

(74) Vertreter: Wolfram, Gustav, Dipl.-Ing.
Schwindgasse 7 P.O. Box 205
A-1041 Wien (AT)

(54) Verfahren zur Herstellung von Äthanol aus zuckerhaltigen Rohstoffen sowie Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

(57) Die Herstellung des Äthanols erfolgt durch Extraktion der Rohstoffe mit einem wässrigen Medium, Fermentation des vergärbarer Saccharide enthaltenden Extraktes und destillative Aufarbeitung der resultierenden äthanolhaltigen Fermentationsflüssigkeit.

Um das Verfahren besonders betriebssicher zu gestalten, um insbesondere bei der Extraktion auf komplizierte Apparaturen verzichten zu können und die entstehenden Mengen an auszuschleusenden Abfallstoffen sowie den Energiebedarf möglichst gering halten zu können, ohne Ausbeuteeinbußen hinnehmen zu müssen, wird wenigstens ein Teil der bei der destillativen Aufarbeitung der Fermentationsflüssigkeit als Rückstand anfallenden wasserreichen Schlempe zur Extraktion im Gegenstrom zu den Rohstoffen rückgeführt.

Bei einer erfindungsgemäßen Anlage kommt als Extraktionseinrichtung im wesentlichen eine Reihe von unter atmosphärischem Druck stehenden, miteinander verbundenen Behältern (3a, 3b, 3c, 3d), in deren Innenraum jeweils eine nicht bis zum Behälterboden reichende Trennwand (29a, 29b, 29c, 29d) vorgesehen ist, zum Einsatz (Fig. 1).

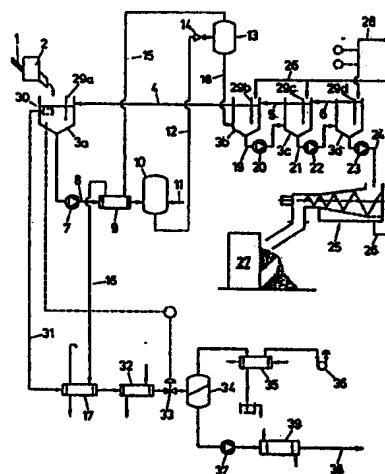


FIG. 1

Beschreibung**Verfahren zur Herstellung von Äthanol aus zuckerhältigen Rohstoffen sowie Anlage zur Durchführung des Verfahrens**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Äthanol aus zuckerhältigen Rohstoffen durch Extraktion der Rohstoffe mit einem wässrigen Medium, Fermentation des vergärbaren Saccharide enthaltenden Extraktes und destillative Aufarbeitung der resultierenden äthanolhältigen Fermentationsflüssigkeit, sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Als zuckerhältige Rohstoffe können beispielsweise Zuckerrohr, Zuckerrübe oder Zuckerrüben eingesetzt werden.

Bei Verfahren dieser Art werden zunächst die löslichen Substanzen einschließlich Saccharose und anderer Zucker aus den Rohstoffen durch Extraktion (fälschlich auch "Diffusion" genannt) ausgewaschen.

Zur Extraktion von zerkleinertem Zuckerrohr werden bisher beispielsweise langgestreckte, geringfügig gegen die Horizontale geneigt gelagerte Schneckenförderer verwendet. Die Rohrstücke werden unten aufgebracht und mit am oberen Ende des Schneckenförderers zugeführtem Wasser in Kontakt gebracht. Der Extrakt (Saft) wird vom unteren Ende des Förderers abgezogen.

Nach einer anderen bekannten Technik werden die zerkleinerten Rohstoffe einem mit feinen Öffnungen versehenen Förderband aufgegeben und aus darüber befindlichen Düsen mit scharfen Flüssigkeitsstrahlen hohen Druckes besprührt. Der anfallende Extrakt wird in einem Trog gesammelt.

Der apparative Aufwand und der Energiebedarf für den Extraktionsschritt sind bei den bekannten Methoden hoch.

Der zuckerhaltige Extrakt wird - gegebenenfalls nach Kühlung - in einer Fermentationsstation, welche einen oder mehrere Gärbehälter (Fermentoren) umfaßt, nach Zusatz geeigneter Mikroorganismen - beispielsweise *Saccharomyces*-Stämmen - vergoren.

Die resultierende gärprodukt-(hauptsächlich äthanol-)haltige Fermentationsflüssigkeit wird einer oder mehreren Destillations- bzw. Rektifikationskolonnen zugeleitet, von denen als Kopfprodukt im wesentlichen Äthanol und als Sumpfprodukt die sogenannte Schlempe abgezogen wird.

Die Schlempe, welche unvergängbare Bestandteile der Rohstoffe, Rückstände der verwendeten Mikroorganismen und Salze enthält, stellt in ständig steigendem Ausmaß ein Entsorgungsproblem ersten Ranges dar. Ein Eindampfen der Schlempe zu wenigstens begrenzt lagerfähigen, trockenen Festprodukten, wie es mancherorts durchgeführt wurde, kommt wegen der hohen Energiekosten heute auch kaum mehr in Frage.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, die dargestellten Schwierigkeiten und Nachteile, wie sie mit bekannten Verfahren zur Herstellung von Äthanol aus pflanzlichen Rohstoffen verbunden sind, zu überwinden und ein Verfahren sowie eine besonders betriebssichere Anlage zu schaffen, für welche

5 keine komplizierten Apparaturen erforderlich sind und wobei die entstehenden Mengen an auszuschleusenden Abfallstoffen sowie der Energiebedarf vergleichsweise gering gehalten werden können, ohne jedoch Ausbeutesinbußen hinnehmen zu müssen.

10 Die gestaltete Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs definierten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß wenigstens ein Teil der bei der destillativen Aufarbeitung der Fermentationsflüssigkeit als Rückstand anfallenden wasserreichen Schlempe zur Extraktion im Gegenstrom zu den Rohstoffen rückgeführt wird.

15 Beim erfindungsgemäßen Verfahren kann somit auf die Zufuhr frischen Prozeßwassers in die Extraktionsstufe auch ganz verzichtet werden.

20 Mit der Schlempe wird ein Großteil an nicht vergängbarer Trockensubstanz (TS) wieder zur Extraktion rückgeführt und reichert sich somit im System an.

25 Der Gleichgewichtszustand ist erreicht, wenn die Gesamtmenge an beispielsweise mit Bagasse und Hydrozyklonschlamm aus dem Verfahren ausgeschleuster TS gleich ist jener Menge an nicht vergängbarer TS, die mit den Rohstoffen (beispielsweise Zuckerrohr für den Fall, daß Bagasse als Preßrückstand erhalten wird) zugeführt wird, zuzüglich in der Fermentation nicht verwerteter Restmengen an vergängbaren Monosacchariden, welche im Verlauf der destillativen Aufarbeitung und eventueller Eindampfvorgänge in nicht vergängbare TS umgewandelt werden.

30 35 Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird die Gesamtmenge der anfallenden Schlempe mittels Eindampfens reduziert und die reduzierte Menge wird zur Gänze in die Extraktion rückgeführt.

35 Auf diese Weise gehen die umweltbelastenden Rückstände praktisch vollständig in die nach der Extraktion der zuckerhaltigen Rohstoffe verbleibenden Preßrückstände über. Diese Rückstände werden durch Verbrennung beseitigt, der anorganische Anteil (Salze) bleibt dabei in der Asche zurück und kann mit dieser deponiert oder wiedergewonnen werden. Je nach den eingesetzten Rohstoffen reicht die bei der Verbrennung freigesetzte Energie zur vollständigen oder wenigstens teilweisen Deckung des Wärmebedarfes des Verfahrens.

40 45 Wenn geringere Anlagenkosten den Vorrang gegenüber Umweltproblemen haben - also bei Kleinanlagen - kann auch lediglich jene Teilmenge der anfallenden Schlempe in die Extraktion rückgeführt werden, welche dort benötigt wird. Die Eindampfung entfällt und der Überschuß an Schlempe wird abgelassen. Auf diese Weise gelangt immer noch ein großer Teil der umweltbelastenden Stoffe in die Preßrückstände.

50 55 60 Der nach der Extraktion abgepreßte Dünnsaft kann in bekannter Weise gleichfalls in die Extraktion rückgeführt werden.

60 Zweckmäßig werden die zuckerhaltigen Rohstoffe

verdünnt mit der zwei- bis vierfachen Masse an wässrigem Medium durch die Extraktion geführt.

Mit dieser Maßnahme ist der Vorteil verbunden, daß das Gemisch aus Rohstoffen und wässrigem Medium pumpfähig gemacht wird, so daß keine sonst üblichen aufwendigen mechanischen Fördereinrichtungen in der Extraktionsstufe notwendig sind.

Vorteilhaft wird das bei der Extraktion vorliegende Gemisch von Rohstoffen und wässrigem Medium unter Druck auf eine Temperatur von über 100°C, insbesondere auf eine Temperatur zwischen 105 und 150°C, erhitzt und anschließend rasch auf atmosphärischen Druck entspannt.

Als Folge einer solchen Behandlung wird ein Aufschluß der Rohstoffe durch Zerreißern der Zellstruktur erreicht, wodurch die Zellinhaltsstoffe besser und vollständiger zugänglich gemacht werden.

Für Zuckerrohr ist bereits eine Aufschlußmethode vorgeschlagen worden, bei der aber das vorzerkleinerte Gut an sich, d.h. noch ohne wässriges Extraktionsmedium, mechanisch mit Druck beaufschlagt und dann plötzlich entspannt wird.

Der erfindungsgemäß vorteilhaft durchzuführende Aufschluß ist in die Extraktion integriert und somit dem Prozeßablauf besser angepaßt. Darüber hinaus wird auf diese Weise ein weiter erhöhter Aufschlußgrad erreicht.

Die bei der Entspannung des Extraktionsgemisches entstehenden Brüdendämpfe werden vorzugsweise zur Vorwärmung dieses Gemisches und/oder zur Eindampfung des Extraktes eingesetzt.

Die Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfaßt eine Extraktionseinrichtung, eine Fermentationsstation und eine Destillationsapparatur und ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet,

- daß die Extraktionseinrichtung aus einer Reihe von unter atmosphärischem Druck stehenden Behältern besteht, in deren Innenraum jeweils eine nicht bis zum Boden der Behälter reichende Trennwand vorgesehen ist, wobei der erste Behälter der Reihe über eine Zugabevorrichtung mit zerkleinerten, zuckerhaltigen Rohstoffen beschickbar ist,
- daß in den in Förderrichtung der Rohstoffe gesehen letzten Behälter der Reihe eine Zulaufleitung für Schlempe aus der Destillationsapparatur mündet,
- daß der Bodenteil jedes Behälters über eine eine Dickstoffpumpe enthaltende Extraktionsgemischleitung jeweils mit dem nächsten Behälter verbunden ist,
- daß vom Bodenteil des letzten Behälters der Reihe eine mit einer Dickstoffpumpe ausgestattete Leitung zu einer Extrakt-(Saft-)abtrennvorrichtung führt,
- daß die Behälter untereinander jeweils durch eine Überlaufleitung verbunden sind, wobei vom letzten zum ersten Behälter der Reihe ein absteigendes Niveau der Flüssigkeitspegel des in den Behältern befindlichen Extraktionsgemisches vorgesehen ist, und
- daß an den ersten Behälter eine zur Fermentationsstation führende Extrakt-(Saft-)ableitung geschlossen ist.

Vorzugsweise sind in die Extraktionsgemischleit-

tung zwischen dem ersten und zweiten Behälter der Reihe in Förderrichtung der Rohstoffe gesehen nach der Dickstoffpumpe hintereinander ein Vorwärmer, ein Druckbehälter und ein Entspannungsgefäß eingebaut.

Besonders vorteilhaft ist der Bodenteil des Druckbehälters über ein Steigrohr mit dem auf erhöhtem Niveau angeordneten Entspannungsgefäß verbunden und der Dampfraum des Entspannungsgefäßes ist über eine Brüdenleitung mit dem Vorwärmer verbunden. Für den Fall, daß der im Druckbehälter entsprechend der Höhe bzw. dem inneren Durchmesser des Steigrohres sich einstellende Druck nicht ausreicht, kann vor der Einmündung des Steigrohres in das Entspannungsgefäß zusätzlich ein Reduzierventil vorgesehen sein.

Beim schnellen Strömen des Gemisches von Rohstoffen und Extraktionsmedium durch das Steigrohr, in welchem sich ein Druckgradient einstellt, resultiert ein besonders gründlicher Aufschluß der Rohstoffe.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage sind in der Extrakt-(Saft-)ableitung hintereinander wenigstens ein Wärmeaustauscher, ein Vakuumverdampfer und ein Kühler vorgesehen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung und der Beispiele noch näher erläutert.

In Fig. 1 ist ein Teil einer erfindungsgemäßen Anlage dargestellt. Fig. 2 zeigt ein Schema einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Mengenströmen, aus Fig. 3 ist die Extraktionsstufe gemäß Fig. 2 detaillierter ersichtlich. Fig. 4 veranschaulicht eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens einschließlich der zugehörigen Mengenströme und in Fig. 5 ist die Gegenstrom-Extraktion mit überlagertem Flüssigkeitskreislauf gemäß Fig. 4 genauer dargestellt.

In Fig. 1 ist mit 1 ein geneigter Zulauftrisch bezeichnet, über den die zuckerhaltigen Rohstoffe zunächst in eine Zerkleinerungsvorrichtung 2 gelangen. Im Falle des Einsatzes von Zuckerrohr handelt es sich bei der Zerkleinerungsvorrichtung 2 beispielweise um eine Schneldemaschine, in welcher das Rohr auf ca. 2 cm lange Stücke zerkleinert wird. Die zerkleinerten Rohstoffe fallen in den ersten Behälter 3a, welcher durch die Überlaufleitung 4 mit Extrakt (Saft) aus dem zweiten Behälter 3b beschickt wird. Im dargestellten Beispiel sind insgesamt vier Extraktionsbehälter 3a, 3b, 3c und 3d in Reihe geschaltet, wobei die Überlaufleitungen 4, 5 und 6 in geringfügig gegeneinander versetzten Höhen angeordnet sind, so daß sich vom letzten zum ersten Behälter 3a der Reihe ein absteigendes Niveau der Flüssigkeitspegel des in den Behältern befindlichen Extraktionsgemisches ergibt.

Genauso ist es natürlich auch möglich, die Behälter 3a, 3b, 3c und 3d selbst mit etwas unterschiedlichem Niveau anzurufen und die Überlaufleitungen an jedem Behälter in gleicher Höhe anzubringen. Der Extrakt bzw. Saft strömt somit in Richtung der eingezeichneten Pfeile vom Behälter 3d zum Behälter 3a. Vom Bodenteil des Behälters 3a wird das Extraktionsgemisch mit den zerkleinerten Rohstoffen mittels einer Dickstoffpumpe 7 durch die

Extraktionsgemischleitung 8 über einen Vorwärmer 9 in einen Druckbehälter 10 gefördert und dort mit Direktdampf aus der Dampfleitung 11 auf erhöhte Temperatur (für Zuckerrohr zweckmäßig auf 110 bis 120°C) gebracht. Durch das Steigrohr 12 gelangt das Extraktionsgemisch anschließend in das Entspannungsgefäß 13.

Knapp vor der Einmündung des Steigrohres 12 in das Entspannungsgefäß 13 ist bei der gezeigten Ausführungsform ein Reduzerventil 14 vorgesehen. Im Entspannungsgefäß 13 entspannt sich das Gemisch auf annähernd Atmosphärendruck. Der Wärmeinhalt der dabei entstehenden Brüdenämpfe wird zur Vorwärmung des Extraktionsgemisches sowie gegebenenfalls zur Vorwärmung des Extraktes (Saftes) aus dem Behälter 3a genutzt, sofern der Extrakt mittels Expansionsverdampfung eingeengt werden soll. Zu diesem Zweck ist der Dampfraum des Entspannungsgefäßes 13 über eine Brüdenleitung 15 zunächst mit dem Vorwärmer 9 verbunden, dessen Ableitung 16 mit einem Wärmetaustauscher 17 zum Vorwärmen des Extraktes in Verbindung steht. Aus dem Entspannungsgefäß 13 gelangt das Extraktionsgemisch (die sogenannte Pulpe) durch die Leitung 18 in den Behälter 3b, von dessen Bodenteil es (sie) durch die Extraktionsgemischleitung 19, welch letztere eine Dickstoffpumpe 20 enthält, abgezogen und dem nächsten Behälter 3c zugeführt wird.

Auf die gleiche Weise erfolgt die Weiterförderung durch die Extraktionsgemischleitung 21 mit der Dickstoffpumpe 22 in den Behälter 3d. Vom Bodenteil des letzten Behälters 3d der Reihe wird die Pulpe durch eine mit der Dickstoffpumpe 23 ausgestattete Leitung 24 einer Extrakt-(Saft-) abtrennungsvorrichtung zugeführt - im dargestellten Fall einer Siebschneckenpresse 25. Der abgepreßte, sogenannte Dünnsaft, fließt durch die Saftleitung 26 wieder in einen der Behälter 3b oder 3c oder auch in beide Behälter zurück, die Preßrückstände, beispielsweise Bagasse, fallen nach der gezeigten Ausführungsform in die Dosiereinrichtung eines Rückstandsverbrennungskessels 27.

In den letzten Behälter 3d der Reihe mündet - von einer nicht gezeigten Destillationsapparatur kommend - eine Zulaufleitung 28 für Schlempe.

Die Behälter 3a, 3b, 3c und 3d sind jeweils mit einer tief in die Flüssigkeit eintauchenden Trennwand 29a, 29b, 29c bzw. 29d ausgestattet, um eine Kurzschlußströmung zu unterbinden und einen intensiven Kontakt des im Gegenstrom zu dem Extraktionsgemisch bzw. der Pulpe geführten Extraktionsmediums (Schlempe und Dünnsaft) zu erzwingen. Ein Teil des Extraktes, d.h. des mit Zuckerstoffen und unvergärbaren Substanzen angereicherten Saftes, wird aus dem ersten Behälter 3a über einen Siebkorb 30 durch eine Extraktleitung 31 abgezogen und dem Wärmetaustauscher 17 zugeführt, aus dem der Extrakt in einen zweiten Wärmetaustauscher 32 gelangt, in welch letzterem seine Temperatur weiter erhöht wird.

Über ein Regelventil 33 wird der Extrakt weiter in einen Vakuumverdampfer 34 geführt. Der Dampfraum des Vakuumverdampfers 34 ist über einen Kondensator 35 an eine Vakuumpumpe 36 ange-

schlossen. Der aufkonzentrierte Extrakt wird mit einer Pumpe 37 durch die Leitung 38 einer nicht dargestellten fermentationsstation zugeführt. Da der aufkonzentrierte Extrakt mit einer Temperatur von etwa 50°C anfällt, kann er im Kühl器 39 noch auf die zur Fermentation geeignete Temperatur abgekühlt werden.

Einige der erforderlichen Meß- und Regeleinrichtungen einschließlich der zugehörigen elektrischen Leitungen sind in Fig. 1 strichiert eingezeichnet.

Wird entsprechend wenig Schlempe in den letzten Behälter 3d eingespeist, kann die im Zusammenhang mit der Ausführungsform nach Fig. 1 beschriebene Expansionseindampfung auch entfallen.

15 Beispiel 1:

Zur Herstellung von 10.000 kg Äthanol werden als zuckerhaltiger Rohstoff 186.744 kg zerkleinertes Zuckerrohr mit einem Gehalt von 72,8% Wasser und 12,65% Fasern eingesetzt. In dem in Fig. 2 dargestellten Verfahrensschema bedeuten sämtliche Zahlenwerte Mengenangaben in kg. Da die Fasern im wesentlichen den Prozeß durchlaufen, ohne die Mengenbilanz zu beeinflussen, sind im folgenden alle Konzentrationsangaben auf den Flüssigkeitsanteil exklusive Fasern bezogen. Die Abkürzungen in den Fig. 2 und 3 bedeuten:

TS: Trockensubstanz

30 TS : Trockensubstanz, wobei der Anteil an vergärbaren Zuckern auf Monosaccharide umgerechnet wurde

W : Wasser

F : Fasern

35 Z : Vergärbare Monosaccharide

A : Äthanol

aA: andere Alkohole

Die Druckerhitzung des bei der Extraktion vorliegenden Gemisches zum Aufschließen des Rohstoffes erfolgt mit 2.000 kg Wasserdampf.

Bei dem Verfahrensschema wird angenommen, daß der weiter oben erläuterte Gleichgewichtszustand von zu- und abgeführten Stoffen eingestellt ist.

45 Die Gesamtmenge der anfallenden Schlempe wird mittels Eindampfens reduziert und die reduzierte Menge wird zur Gänze (nach Schlammabtrennung in einem Hydrozyklon) in die Extraktion rückgeführt.

Die Vorgänge bei der Extraktion sind in Fig. 3 detaillierter dargestellt. Zerkleinertes Zuckerrohr mit einem Flüssigkeitsanteil von rund 163 t mit ca. 15,2% Z und ca. 2,16% nicht vergärbarer TS wird im Gegenstrom geführt zu 136 t Schlempe mit ca. 17,8% TS. Als Produkte ergeben sich dabei einerseits ca. 261 t Extrakt (Saft) mit ca. 9% Z und 8,44% TS, andererseits Zuckerrohr-Faserrückstände (Megasse) mit einem Flüssigkeitsanteil von 205 t mit ca. 3,4% Z und ca. 14,2% TS. Die Megasse wird gepreßt. Ca. 165 t gewonnener Preßsaft (Dünnsaft)

50 55 60 werden der Extraktion zugeführt. Die verbleibende Bagasse wird üblicherweise in einem Kessel zur Energieversorgung der Anlage verbrannt.

Für eine theoretische Stufe wird angenommen, daß nach intensiver Mischung in der Stufe die ausgehenden Produkte gleiche Konzentration ha-

ben. Fig. 3 zeigt, daß knapp drei theoretische Stufen erforderlich sind. Tatsächlich sind natürlich mehr Stufen erforderlich, da die völlige Konzentrationsan gleichung in der Praxis nicht ganz erreicht wird.

Die Konzentration des Extraktes an Z bzw. TS kann auch höher eingestellt werden.

Das aus der Eindampfung (siehe Fig. 2) kommende Kondensat (ca. 100 t W) ist nur wenig belastet und stellt kein Entsorgungsproblem dar.

Beispiel 2:

Zur Herstellung von 10 t Äthanol werden gemäß Fig. 4 ca. 189 t zerkleinertes Zuckerrohr mit 73 % Wasser und 12,5 % Fasern eingesetzt. Die Abkürzungen haben die gleiche Bedeutung wie in Fig. 2 und 3.

Es wird weitgehend analog zu dem in Fig. 2 gezeigten Fließschema verfahren, mit dem Unterschied, daß keine Eindampfung stattfindet. Nur der in der Extraktion benötigte Anteil an Schlempe wird rückgeführt. Der verbleibende Überschuß an Schlempe wird aus dem Prozeß geschleust. Dabei gelangen immerhin noch ca. 46 % der umweltbelastenden Stoffe in die Bagasse, nur der Rest geht mit der Überschüßschlempe ab.

Um eine besonders einfache und billige Gestaltung der apparativen Ausrüstung zu ermöglichen, wird das zerkleinerte Zuckerrohr mit einer größeren Menge an wässrigem Medium durch die Extraktion geführt, siehe dazu Fig. 5. Der eingespeisten Menge an zerkleinertem Zuckerrohr wird ca. die dreifache Menge Dünnsaft aus der Presse zugemischt, so daß aus Stufe 1 Zuckerrohrstücke mit einem Flüssigkeitsanteil von 620 t gegenüber eingespeisten 165 t der Stufe 2 zugeführt werden. Dementsprechend werden vor und in der Presse über 583 t Dünnsaft abgeschleudert, die im Gegenstrom zu den 620 t Zuckerrohr-Pulpe geführt werden. Anders ausgedrückt, zu den 165 t Zuckerrohr (exklusive Fasern) und 120 t Schlempe, die im Gegenstrom geführt werden, kommen ca. 500 t Saft, welche durch die Extraktion im Kreis gefördert werden.

Das stark verdünnte Extraktionsgemisch ist besonders gut pumpbar und kann in einer in Fig. 1 dargestellten Anlage völlig betriebssicher ohne die bisher erforderlichen aufwendigen Fördereinrichtungen verarbeitet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Äthanol aus zuckerhaltigen Rohstoffen durch Extraktion der Rohstoffe mit einem wässrigen Medium, Fermentation des vergärbare Saccharide enthaltenden Extraktes und destillative Aufarbeitung der resultierenden äthanolhaltigen Fermentationsflüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil der bei der destillativen Aufarbeitung der Fermentationsflüssigkeit als Rückstand anfallenden wasserreichen Schlempe zur Extraktion im Gegenstrom zu den Rohstoffen rückgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch

gekennzeichnet, daß die Gesamtmenge der anfallenden Schlempe mittels Eindampfens reduziert wird und die reduzierte Menge zur Gänze in die Extraktion rückgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zuckerhaltigen Rohstoffe verdünnt mit der zwei- bis vierfachen Masse an wässrigem Medium durch die Extraktion geführt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das bei der Extraktion vorliegende Gemisch von Rohstoffen und wässrigem Medium unter Druck auf eine Temperatur von über 100°C erhitzt und anschließend rasch auf atmosphärischen Druck entspannt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gemisch auf eine Temperatur zwischen 105 und 150°C erhitzt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die bei der Entspannung des Extraktionsgemisches entstehenden Brüdendämpfe zur Vorwärmung des Gemisches eingesetzt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die bei der Entspannung des Extraktionsgemisches entstehenden Brüdendämpfe zur Eindampfung des Extraktes eingesetzt werden.

8. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einer Extraktionseinrichtung, einer Fermentationsstation und einer Destillationsapparatur, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Extraktionseinrichtung aus einer Reihe von unter atmosphärischem Druck stehenden Behältern (3a, 3b, 3c, 3d) besteht, in deren Innenraum jeweils eine nicht bis zum Boden der Behälter reichende Trennwand (29a, 29b, 29c, 29d) vorgesehen ist, wobei der erste Behälter (3a) der Reihe über eine Zugabevorrichtung (2) mit zerkleinerten, zuckerhaltigen Rohstoffen beschickbar ist,

- daß in den in Förderrichtung der Rohstoffe gesehen letzten Behälter (3d) der Reihe eine Zulaufleitung (28) für Schlempe aus der Destillationsapparatur mündet,

- daß der Bodenteil jedes Behälters (3a, 3b, 3c) über eine eine Dickstoffpumpe (7, 20, 22) enthaltende Extraktionsgemischleitung (8, 19, 21) jeweils mit dem nächsten Behälter verbunden ist,

- daß vom Bodenteil des letzten Behälters (3d) der Reihe eine mit einer Dickstoffpumpe (23) ausgestattete Leitung (24) zu einer Extrakt-(Saft-) abtrennvorrichtung (25) führt,

- daß die Behälter (3a, 3b, 3c, 3d) untereinander jeweils durch eine Überlaufleitung (4, 5, 6) verbunden sind, wobei vom letzten zum ersten Behälter (3a) der Reihe ein absteigendes Niveau der Flüssigkeitspegel des in den Behältern befindlichen Extraktionsgemisches vorgesehen ist, und

- daß an den ersten Behälter (3a) eine zur

Fermentationsstation führende Extrakt-(Saft-)ableitung (31; 38) angeschlossen ist.

9. Anlage nach Anspruch 8 zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in die Extraktionsgemischleitung (8) zwischen dem ersten und zweiten Behälter (3b) der Reihe in Förderrichtung der Rohstoffe gesehen nach der Dickstoffpumpe (7) hintereinander ein Vorwärmer (9), ein Druckbehälter (10) und ein Entspannungsgefäß (13) eingebaut sind.

5

10. Anlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Bodenteil des Druckbehälters (10) über ein Steigrohr (12) mit dem auf erhöhtem Niveau angeordneten Entspannungsgefäß (13) verbunden ist und daß der Dampfraum des Entspannungsgefäßes (13) über eine Brüdenleitung (15) mit dem Vorwärmer (9) verbunden ist.

10

15

11. Anlage nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß in der Extrakt-(Saft-)ableitung (31) hintereinander wenigstens ein Wärmeaustauscher (17; 32), ein Vakuumverdampfer (34) und ein Kühler (39) vorgesehen sind.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

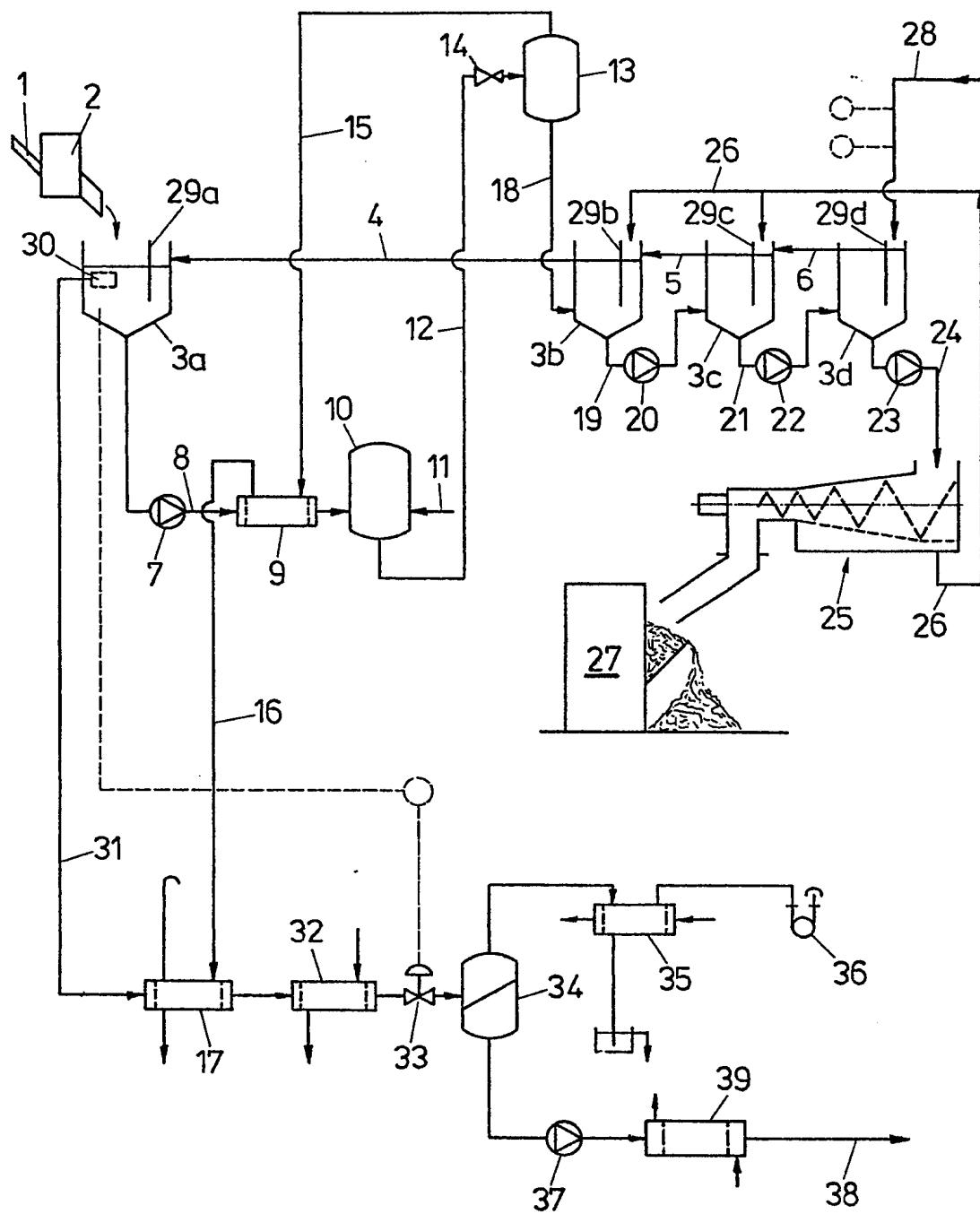


FIG. 1

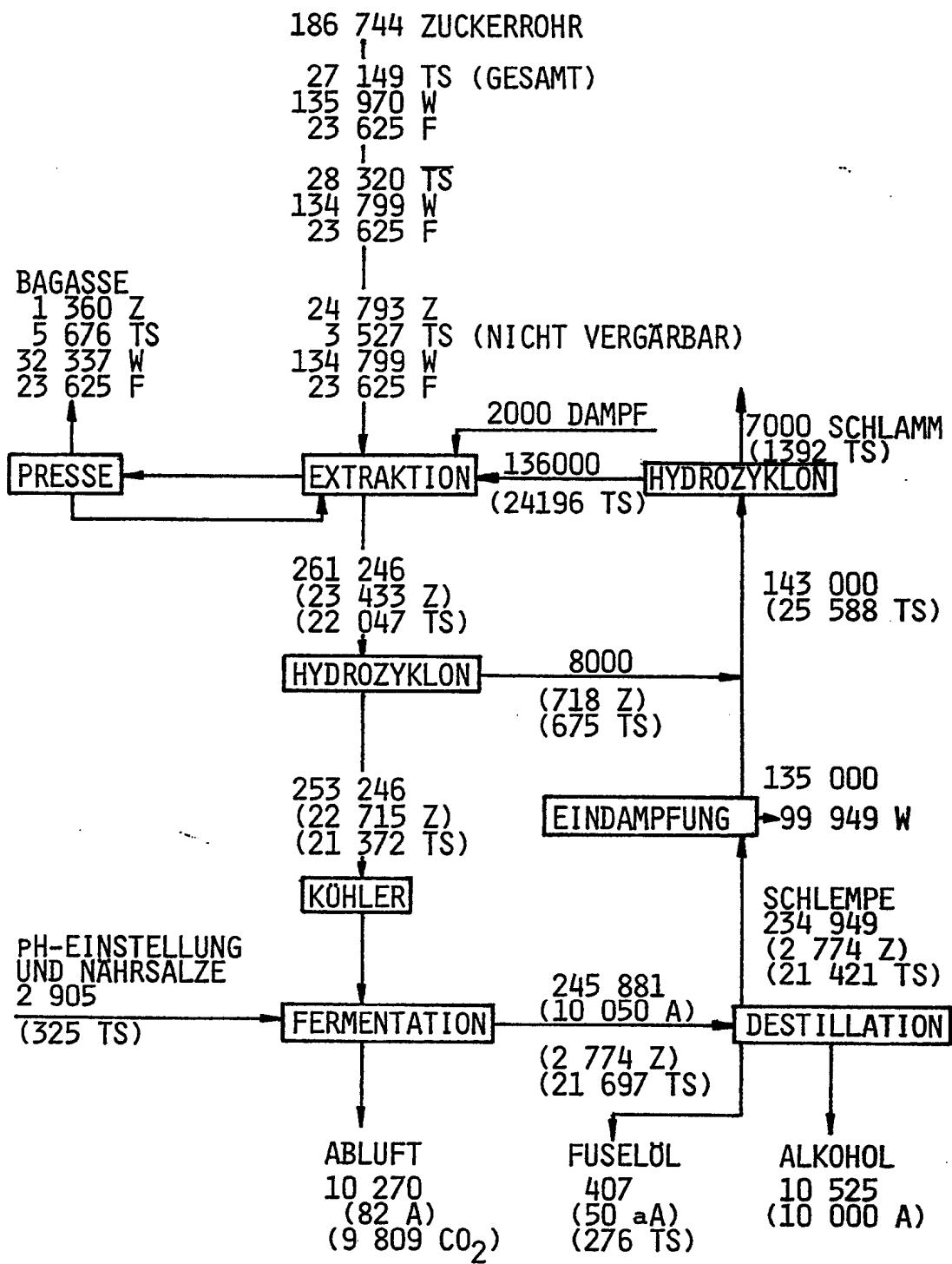


FIG. 2

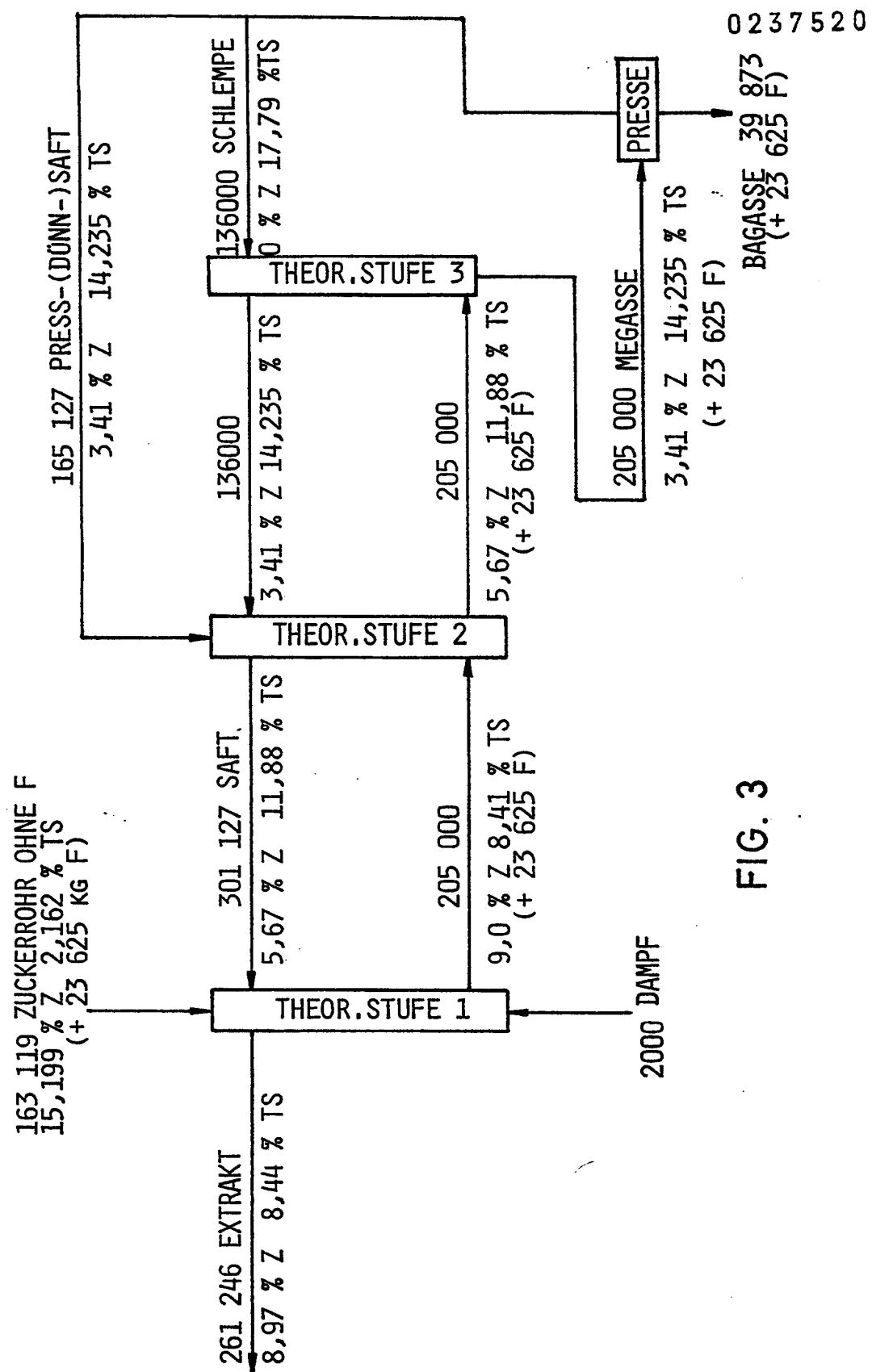


FIG. 3

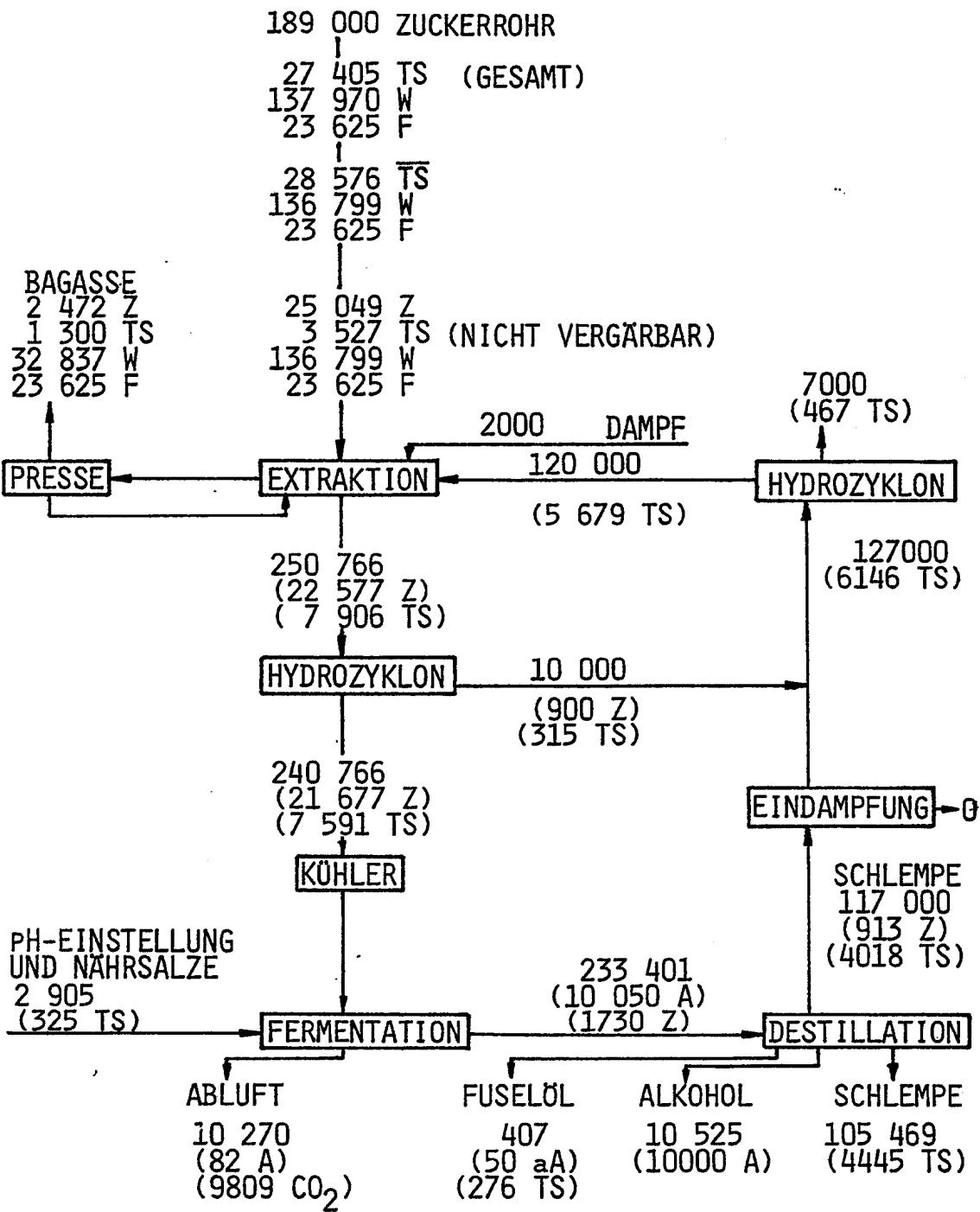


FIG. 4

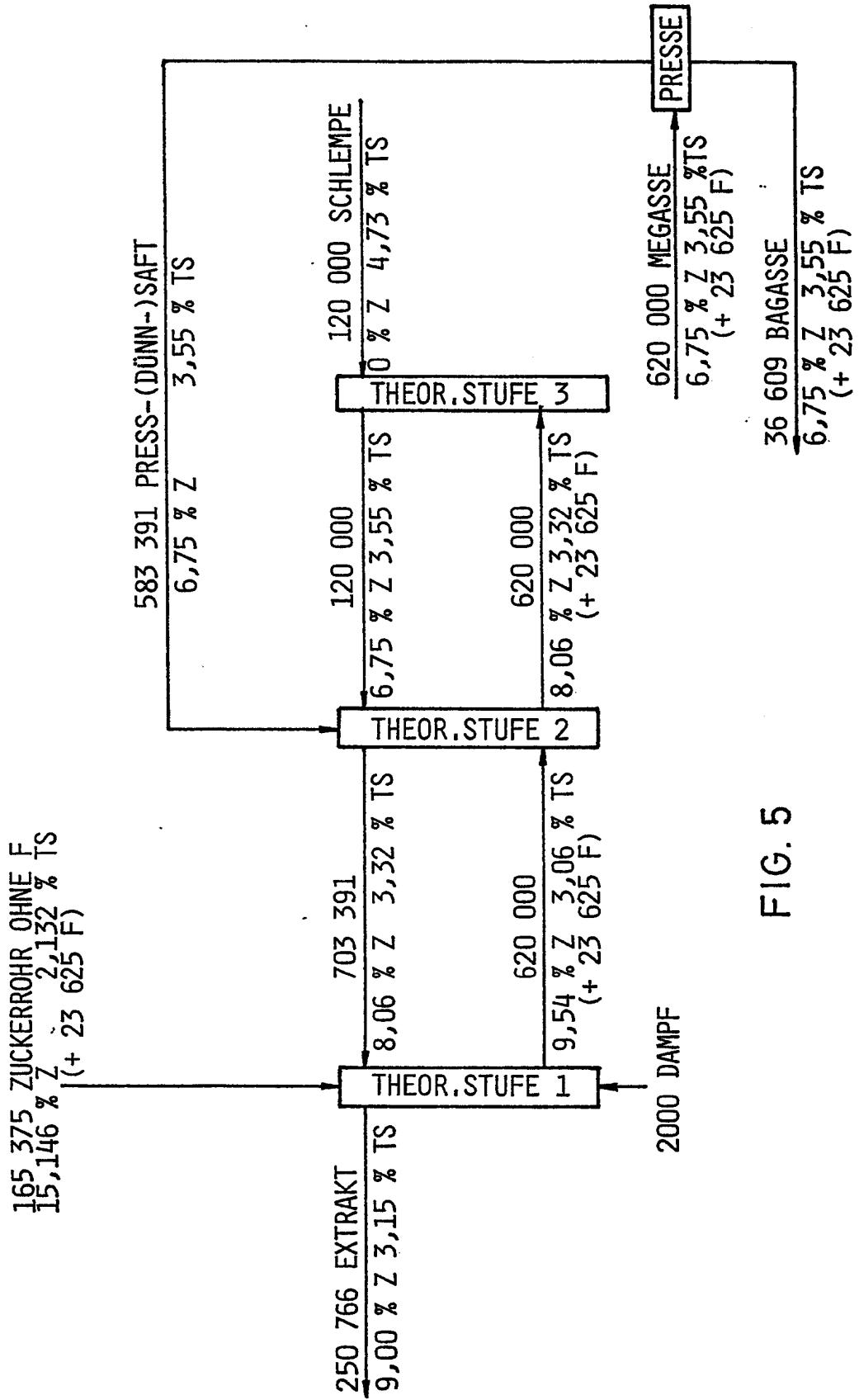


FIG. 5